



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **106485** (13) **U**
(51) МПК (2016.01)
F01D 11/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

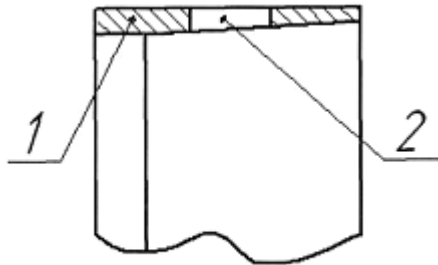
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2015 10964	(72) Винахідник(и): Бойко Анатолій Володимирович (UA), Усатий Олександр Павлович (UA)
(22) Дата подання заявки: 09.11.2015	(73) Власник(и): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків-2, 61002 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.04.2016	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.04.2016, Бюл.№ 8	

(54) БАНДАЖ РОБОЧОГО КОЛЕСА ТУРБІННОГО СТУПЕНЯ

(57) Реферат:

Бандаж робочого колеса турбінного ступеня містить бандажну стрічку з отворами, що відповідають формі шипів робочих лопаток, просунутих в отвори бандажної стрічки, та допоміжне кільце з ущільнювальними гребенями на його зовнішній поверхні, яке надіте на бандажну стрічку. На зовнішній торцевій частині шипів робочих лопаток виконані виступи циліндричної, сферичної або конічної форми. На внутрішній частині допоміжного кільця з ущільнювальними гребенями створені лунки, розміри яких відповідають формі і розмірам зазначених виступів над шипами робочих лопаток.



Фіг. 1

UA 106485 U

Корисна модель належить до турбобудування, зокрема до ущільнень парових турбін, а саме до бандажа колеса турбінного ступеня, і може бути використана для ущільнення робочих решіток ступенів частини високого і середнього тиску турбіни, що працюють у зоні високих температур і великої щільності пари.

5 Відомо бандаж робочої решітки парової турбіни, що виконаний цільнофрезерованим з кільцевими виступами, розміщеними опозитно коротким вусикам, між виступами бандажа розміщені довгі вусики, які утворюють з виступами бандажа розширювальні камери лабіринту ущільнення, причому зазор між короткими вусиками і виступами бандажа менше, ніж зазор між довгими вусиками і бандажем [1].

10 Використання цільнофрезерованого бандажа має наступні недоліки.

По-перше, це складність і висока вартість виготовлення лопаток з цільнофрезерованим бандажем, при складанні робочого колеса необхідно забезпечити високу щільність прилягання лопаток одна до одної як у зоні замкового з'єднання, так і в зоні цільнофрезерованого бандажа. Потрібно застосування складнішої технології у порівнянні з технологією виготовлення лопатки під стрічковий бандаж. Крім того, цільнофрезерований бандаж є також і джерелом (причиною) додаткових відцентрових сил, діючих на кожну робочу лопатку, що знижує їх надійність та довговічність.

Відомий також стрічковий бандаж, в якому пробиті отвори, в які просунуті шипи лопаток, причому шипи і стрічковий бандаж мають заклепкове з'єднання. Бандажна стрічка об'єднує лопатки робочої решітки турбінного ступеня в єдиний пакет і не дозволяє відносних зміщень та прокруток лопаток і надійно гарантує вібраційну стійкість решітки та постійність форми каналів решітки в процесі експлуатації [2].

Зазначений стрічковий бандаж має жорсткий радіальний зв'язок (заклепкове з'єднання) між робочими лопатками і бандажем, що призводить до додаткового радіального навантаження на робочі лопатки від дії відцентрових сил бандажа і знижує надійність і довговічність конструкції. Наявність всередині стрічкового бандажа виступів шипів (заклепкового з'єднання) не дозволяє повною мірою використовувати всю ширину стрічкового бандажа для розміщення на його зовнішній поверхні ущільнювальних вусиків (гребенів), спричиняє достатньо низьку ефективність радіальних ущільнень.

30 Найближчим до корисної моделі, що заявляється, є бандаж робочого колеса турбінного ступеня, який містить бандажну стрічку з отворами, що відповідають формі шипів робочих лопаток, просунутих в отвори бандажної стрічки, причому на бандажну стрічку, товщина якої більше або дорівнює висоті шипів, надіто допоміжне кільце з ущільнювальними гребенями на його зовнішній поверхні, внутрішній діаметр якого відповідає зовнішньому діаметру бандажної стрічки, а допоміжне кільце і бандажна стрічка зафіксовані від взаємного переміщення зварювальним швом [3].

Зазначена конструкція бандажа робочого колеса має суттєві переваги на іншими конструкціями, так як в ній відсутній жорсткий зв'язок між лопатками і бандажем в радіальному напрямку, що усуває додаткове радіальне навантаження від відцентрових сил бандажа на робочі лопатки ступеня і, як результат, підвищує надійність і довговічність конструкції. Використання такого бандажа забезпечує високу технологічність виготовлення профільної частини робочих лопаток. Разом з цим, наявність зварювального шва, що фіксує від взаємного переміщення бандажну стрічку та зовнішнє допоміжне кільце з ущільнювальними гребенями знижує вібраційну надійність такого бандажа і всього турбінного ступеня, так як на лопатки робочого колеса, а відповідно і на бандаж постійно діють змінні в часі сили від нестационарного потоку робочого тіла (пар, газ), які можуть бути причиною передчасного руйнування зварного шва та бандажа. Крім цього, використання зварки при виготовленні бандажа суттєво ускладнює технологію, та підвищує його собівартість. Відомо, що для зняття внутрішньої напруги в зварюваних деталях потрібен технологічний процес по зняттю такої напруги. Для цього використовують процес відпалу та нормалізації деталей, що з'єднані зваркою. Практично відпал зварного бандажа можна виконати тільки разом з повністю зібраним робочим колесом масою 100-300 кг при температурі 700-900 °С, а це потребує як суттєвого ускладнення технології, так і суттєвих затрат теплової енергії, що безумовно веде до підвищення собівартості виготовлення робочих коліс.

55 В основу корисної моделі поставлена задача підвищення надійності, вібраційної стійкості, довговічності та спрощення технології і зменшення собівартості виготовлення бандажа робочого колеса турбінного ступеня шляхом використання виступів циліндричної, сферичної або конічної форми на зовнішній торцевій частині шипів робочих лопаток та лунок на внутрішній частині допоміжного кільця з ущільнювальними гребенями, форма яких відповідає формі виступів на зовнішній торцевій частині шипів.

Поставлена задача вирішується тим, що у бандажі робочого колеса турбінного ступеня, який містить бандажну стрічку з отворами, що відповідають формі шипів робочих лопаток, просунутих в отвори бандажної стрічки, та допоміжне кільце з ущільнювальними гребенями на його зовнішній поверхні, яке надіте на бандажну стрічку, згідно з корисною моделлю, на зовнішній торцевій частині шипів робочих лопаток виконані виступи циліндричної, сферичної або конічної форми, а на внутрішній частині допоміжного кільця з ущільнювальними гребенями створені лунки, розміри яких відповідають формі і розмірам зазначених виступів над шипами робочих лопаток.

Допоміжне кільце і бандажна стрічка фіксуються від взаємного переміщення за допомогою шипів робочих лопаток та виступів на їх торцевій частині, які входять відповідно в отвори бандажної стрічки та у відповідні лунки на внутрішній частині допоміжного кільця, яке має ущільнювальні гребені на зовнішній частині.

У бандажу, що заявляється, крім відсутності жорсткого зв'язку між лопатками і бандажем в радіальному напрямку, що усуває додаткове радіальне навантаження від відцентрових сил бандажа на робочі лопатки ступеня суттєво підвищена вібраційна надійність і довговічність бандажа, а також спрощена технологія і собівартість його виготовлення.

Корисна модель пояснюється рисунками.

На Фіг. 1 - зображено бандажну стрічку, вигляд збоку;

на Фіг. 2 - бандажна стрічка, вигляд зверху;

на Фіг. 3 - перо лопатки з шипом та виступом;

на Фіг. 4 - бандаж у зборі.

Бандаж робочого колеса турбінного ступеня містить бандажну стрічку 1 з отворами 2 (Фіг. 1, 2), що відповідають формі шипів 2 робочих лопаток 1 (Фіг. 3), які просунуті в отвори 2 (Фіг. 2). На зовнішній торцевій частині шипів 2 робочих лопаток 1 виконані виступи 3 (Фіг. 3). Товщина бандажної стрічки 1 більше або дорівнює висоті шипів 2 (Фіг. 4). На бандажну стрічку надіто допоміжне кільце 4 з лунками, внутрішній діаметр якого відповідає зовнішньому діаметру бандажної стрічки 1 (Фіг. 4). На зовнішній частині допоміжного кільця 4 виконані ущільнювальні гребені 5. В лунки допоміжного кільця 4 входять виступи 3 над шипами 2 (Фіг. 4). Таким чином, шипи 2 з виступами 3 (Фіг. 4) одночасно фіксують від взаємного зміщення лопатки 6 робочого колеса, бандажну стрічку 1 (Фіг. 4) і допоміжне кільце 4 з лунками на внутрішній частині і ущільнювальними гребнями 5 (Фіг. 4) на зовнішній його частині.

Складання бандажа здійснюють наступним чином.

В отвори 2 бандажної стрічки 1 (Фіг. 1, 2) просувають шипи 2 (Фіг. 3) робочих лопаток 1. Перед тим, як надіти на бандажну стрічку 1 (Фіг. 4) допоміжне кільце 4 з лунками під виступи 3 над шипами 2 (Фіг. 4), його попередньо нагрівають до температури 150-200 °С. Підвищення температури допоміжного кільця 4 (Фіг. 4) на 150-200 °С відносно температури бандажної стрічки 1 та робочих лопаток 6 приводить до того, що діаметр допоміжного кільця 4 збільшується на величину, більшу за дві товщини виступу 3 над шипами 2 (Фіг. 4), що дає змогу надіти допоміжне кільце 4 поверх бандажної стрічки 1 та виступів 3 над шипами 2. Після охолодження допоміжного кільця 4 до температури бандажної стрічки 1 діаметр допоміжного кільця 4 зменшується, що забезпечує слабку термонапружену посадку допоміжного кільця 4 на бандажну стрічку 1 з одночасним взаємним зчепленням виступів 3 над шипами 2 з відповідними їм лунками на внутрішній частині допоміжного кільця 4 (Фіг. 4). Термонапружена взаємна фіксація між собою допоміжного кільця 4, бандажної стрічки 1 (Фіг. 4) і лопаток 6 робочого колеса турбінного ступеня дозволяє поставити на токарський станок робоче колесо і остаточно проточити ущільнювальні гребені 5 на зовнішній частині допоміжного кільця 4. Після цього бандаж робочого колеса турбінного ступеня може бути використаний за призначенням.

Використання заявленої конструкції бандажа робочого колеса турбінного ступеня дозволяє суттєво підвищення надійність, вібраційну стійкість, довговічність та спрощує технологію і зменшує собівартість виготовлення бандажа робочого колеса турбінного ступеня. Позитивний ефект досягається шляхом використання виступів циліндричної, сферичної або конічної форми на зовнішній торцевій частині шипів робочих лопаток та лунок на внутрішній частині допоміжного кільця з ущільнювальними гребенями, форма яких відповідає формі виступів на зовнішній торцевій частині шипів. При цьому в порівнянні з відомою конструкцією бандажа робочого колеса в заявленій конструкції усувається "слабке місце", а саме - зварний шов, який є основною причиною виникнення вібраційних тріщин в процесі експлуатації та великих затрат енергії для реалізації процесів відпалу та нормалізації деталей, що з'єднані зваркою.

Джерела інформації:

1. Патент RU 2210673 C2, F01D 11/08, "Надбандажное уплотнение паровой турбины". 20.08.2003.

2. <http://www.energocon.com/pages/idiQ29.html>. Електронна адреса. "Конструкция основных узлов и деталей паровых турбин".

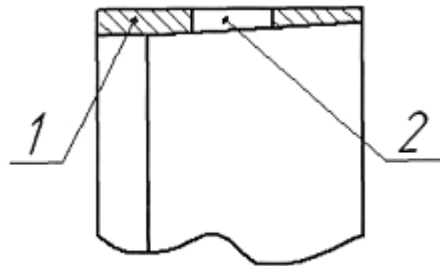
3. Патент України №87576 "Бандаж робочого колеса турбінного ступеню". 10.02.2014. Бюл. № 3.

5

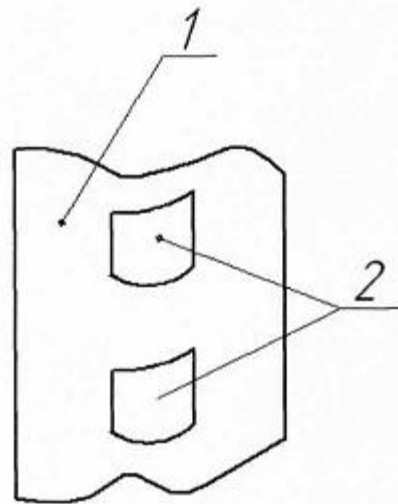
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

10

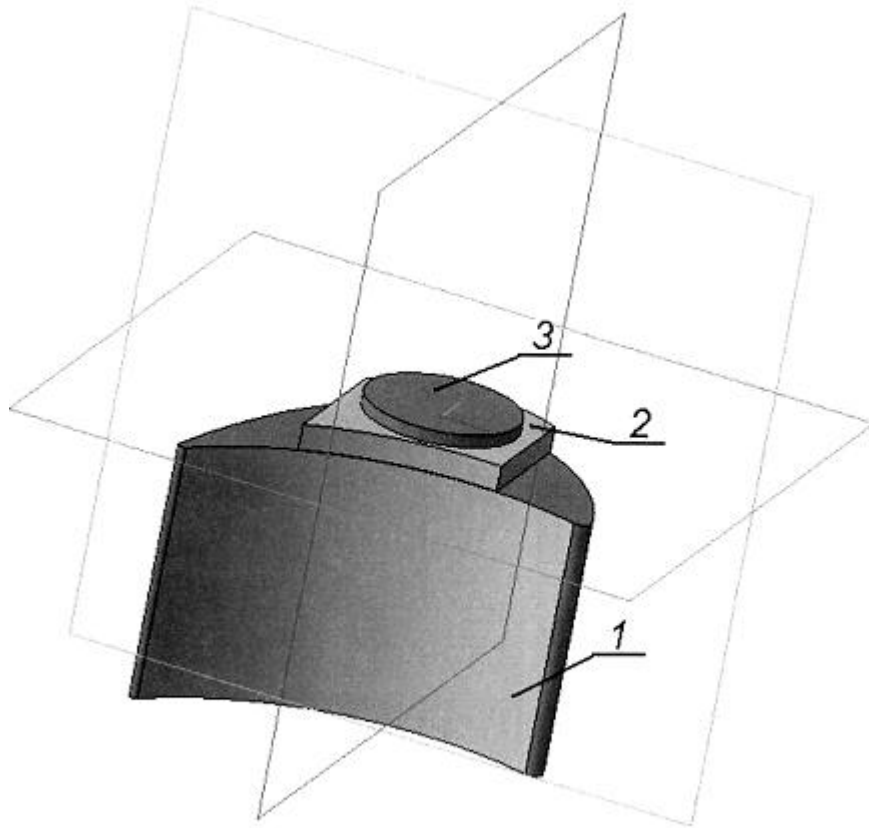
Бандаж робочого колеса турбінного ступеня, що містить бандажну стрічку з отворами, що відповідають формі шипів робочих лопаток, просунутих в отвори бандажної стрічки, та допоміжне кільце з ущільнювальними гребенями на його зовнішній поверхні, яке надіте на бандажну стрічку, який **відрізняється** тим, що на зовнішній торцевій частині шипів робочих лопаток виконані виступи циліндричної, сферичної або конічної форми, а на внутрішній частині допоміжного кільця з ущільнювальними гребенями створені лунки, розміри яких відповідають формі і розмірам зазначених виступів над шипами робочих лопаток.



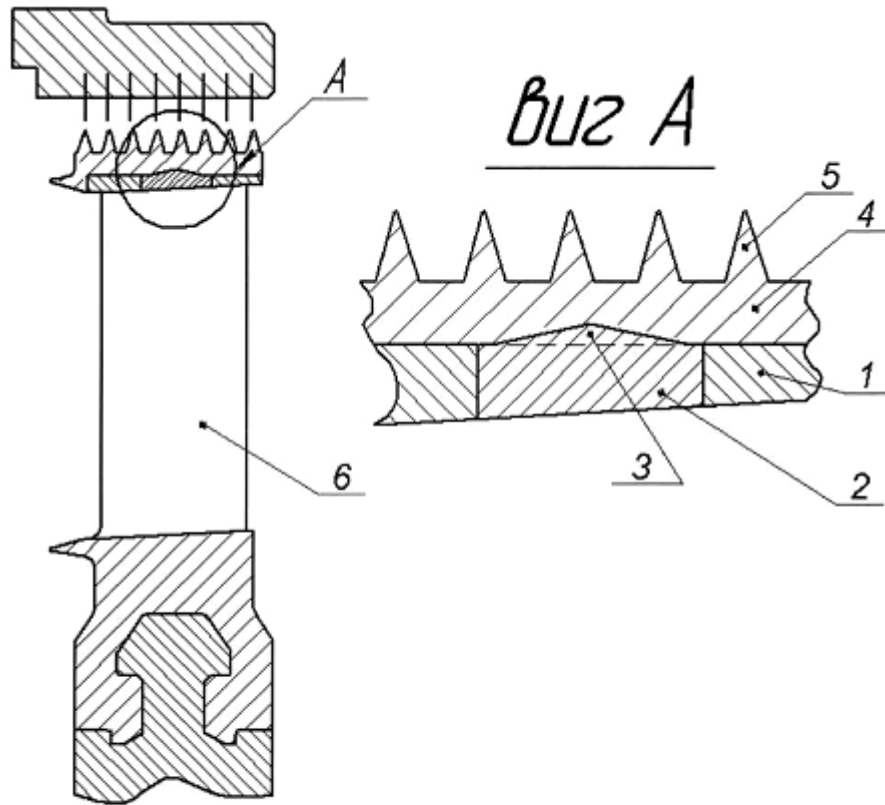
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фіг. 4

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601